مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۵، شماره ۱، سال ۱۳۹۸

مقاله کوتاه علمی

Scientific Short Article

کاربرد پردازش تصویر برای برآورد خسارت سرما بر میوه انبه

Application of Image Processing Technique for Estimating Chilling Injury to Mango Fruit

منصوره شمیلی[۱]، محمودرضا گلزاریان[۲]، پیمان آذرکیش[۳] و امید دوستی ایرانی[۴]

۱- استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳- دانشجوی دکتری، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۴- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۲۹ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۲**

شمیلی، م.، گلزاریان، م. ر.، آذرکیش، پ. و دوستی ایرانی، ا. ۱۳۹۸. کاربرد پردازش تصویر برای برآورد خسارت سرما بر میوه انبه. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۵:** ۱۳۱ - ۱۲۷.

اندازه‌گیری خصوصیات کمی و کیفیت در محصولات کشاورزی با روش‌های غیرمخرب، به شکلی که محصول مورد نظر هیچ گونه آسیبی نبیند، با ارزش می‌باشد. پردازش تصویر از جمله تکنولوژی‌هایی است که می‌تواند برای کنترل کیفیت، جداسازی و درجه‌بندی محصولات کشاورزی به صورت غیرتخریبی مورد استفاده قرار گیرد (Schulz and Baranska, 2007). از پردازش تصویر به منظور درجه‌بندی میوه‌های انبه (Mata *et al.*, 2012) و برآورد عملکرد محصول انبه (Payne *et al.*, 2013) استفاده شده است.

پرورش انبه (*Mangifera indica* L.) در ایران محدود به استان‌های جنوبی کشور است که بیش از ۷۳٪ تولید آن در استان هرمزگان صورت می‌گیرد. از مشکلات اصلی تولید انبه در ایران میتوان به کوتاه بودن فرصت عرضه این محصول به بازار اشاره کرد. با توجه به جایگاه اقتصادی انبه در استان هرمزگان و به‌منظور گسترش سطح زیرکشت انبه در این استان،

نگارنده مسئول: shamili@ut.ac.ir تلفن: ۰۷۶۳۳۷۱۱۰۰۳

فـراهم سـاختن زیرسـاخت‌های لازم جهـت انتقال محصول تولیدی به مناطق دورتر ضـروری است که جهـت افـزایش دوره عرضـه بـه بـازار، استفاده از انبار با دمای مناسب توصیه می‌شود.

هـدف از ایـن پـژوهش مطالعـه خصوصـیات فیزیکی و کیفیت میوه انبه در دوره نگهداری در سـه دمـای متفـاوت انبـار بـا اسـتفاده از روش غیرتخریبی (پـردازش تصـویر) و روش تخریبـی (روش تجربی آزمایشگاهی) بـه منظـور مقایسـه کـارآیی دو روش در بـرآورد میـزان خسـارت وارده از سرما بود. برای انجام این آزمایش میـوه انبه در مرحله بلوغ، دارای رنگ سـبز، از باغـات انبه شهرستان میناب تهیه و به آزمایشـگاه گـروه مهندسـی بیوسیسـتم دانشـگاه فردوسـی مشـهد منتقل شد.

آزمایش بصورت فاکتوریـل در قالـب طـرح کـاملاً تصـادفی بـا سـه تیمـار انبـار ۵، ۱۵ و ۲۴ درجـه سـانتی‌گراد و سـه تکـرار اجـرا شـد. میوه‌ها پس از قرارگیری در تیمار مربوطه، به دو صورت غیرتخریبی (پردازش تصویر) و تخریبی (ارزیابی آزمایشگاهی) در هفت مرحله زمانی با فواصل زمـانی ۴۸ سـاعت، مـورد ارزیـابی قـرار گرفتند.

در ارزیـابی غیرتخریبـی (پـردازش تصـویر)، جهـــت انجـــام تصـــویربرداری از اتاقک تصـویربرداری اسـتفاده شـد. تصـاویر در طیـــف مرئـــی بوســـیله یـــک دوربـــین Nikon Coolpix P510 (Nikon Inc., Japan) بـا قدرت تفکیک ۱۶/۱ مگا پیکسل تهیه شـد. بعـد از فراخوانی تصاویر در نـرم افـزار متلـب نسـخه R2011a (Mathworks Inc., US)، ویژگی‌هـای رنگـی مقـدار L^* (بیـانگر میـزان درخشندگی در تصویر)، مقدار a^* (بیانگر میـزان رنگ از سبز بـه قرمـز)، مقـدار b^* (بیـانگر میـزان رنـــگ از آبـــی بـــه زرد)، stda، stdb و stdL استخراج شدند (León *et al*., 2006).

در ارزیـابی تخریبـی (روش آزمایشـگاهی)، خصوصـیات کیفیـت نظیـر تغییـر رنـگ پوسـت میوه، تغییر رنگ گوشت میـوه، ظهـور لکـه‌های قهوه‌ای بر پوست میوه، ظهور لکه‌های قهوه‌ای بر گوشت میوه، خشک شدن پوست میوه و صفات کمی شـامل وزن میـوه (بـا اسـتفاده از تـرازوی دیجیتـال بـا دقـت ۰/۰۰۰۱ گـرم)، حجـم میـوه، چگالی میـوه، pH میـوه (بـا اسـتفاده از دسـتگاه pH متـر مـدل Metrohn 744)، مـواد جامـد محلول کل (با استفاده از رفرکتومتر دستی مـدل ATAGO)، اسـید کـل (بـا روش تیتراسـیون)، نسبت مواد جامد محلول بـه اسـید کـل و سـفتی میوه (با استفاده از پنترومتر دستی مـدل Techno ساخت ژاپن با پروب ۸ میلی‌متری) ثبت شد.

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمـایش توسـط نـرم افـزار SAS و مقایسـه میانگین‌هـا بـا آزمـون حـداقل تفـاوت معنـی‌دار (LSD) انجـام شد.

تجزیـــه واریـــانس داده‌هـــا نشـــان داد بـــین تیمارهای اعمال شـده تفـاوت معنـی‌دار وجـود داشت. برخـی شـاخص‌های تصـویر (a^* و b^*) و ویژگی های وزن، حجم، اسید کل، نسبت مـواد

جامد محلول کل به اسید کل و سفتی تحت تاثیر تیمارهای دمایی قرار گرفتند. اثر زمان مشاهده نیز بر شاخص تصویر a^*، b^*، L^*، std L، a std (جدول ۱) و مواد جامد محلول، اسید کل، نسبت مواد جامد محلول به اسید کل، سفتی و نسبت وزن به حجم میوه معنی‌دار بود (جدول ۱).

با افزایش مدت نگهداری در انبار سرد (۵ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد) بر میزان شاخص a^* و مواد جامد محلول افزوده و از میزان b^* ، L^* و سفتی کاسته شد. همبستگی بین صفات حاکی از ارتباط معنی‌دار بین شاخص‌های تصویر با مواد جامد محلول کل و سفتی میوه بود که در ارزیابی کیفی میوه انبه بسیار اهمیت دارند. در این بررسی مواد جامد محلول با شاخص‌های تصویر a^* و L^* همبستگی مثبت معنی‌دار (به ترتیب $r = ۰/۵۴۵^{**}$ و $r = ۰/۴۶۹^{**}$) داشتند. سفتی میوه نیز با مشخصات تصویر a^* و L^* همبستگی منفی و معنی‌دار (به ترتیب $r = -۰/۵۳۴^{**}$ و $r = -۰/۵۴۸^{**}$) نشان داد.

مقدار شاخص a^*، در طول هفت مرحله ارزیابی، روند نزولی داشت، به طوری که در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد از ۱۲/۴- در روز اول به ۲/۵- در انتهای آزمایش رسید. همچنین در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد مقدار آن از ۱۲/۹۸- در روز اول به ۱/۹۴- در روز آخر کاهش یافت و در ۱۵ درجه سانتی‌گراد نیز از ۱۰/۰۹- به ۲/۴۳- تنزل یافت. در خصوص مشخصه b در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد روند صعودی، و در دو دمای دیگر، روند نزولی بود. مولفه L نیز در ۵ درجه سانتی‌گراد روندی نزولی داشت به طوری که از ۱۲/۹۵ به ۷/۲۲ رسید (جدول ۱).

هرچند در این مطالعه تغییر رنگ پوست میوه از سبز تیره به سبز کم رنگ با لکه‌های زرد در همه تیمارها مشاهده شد، اما شدت و روند آن متفاوت بود. درحالی که در تیمار ۲۴ درجه سانتی‌گراد تغییر رنگ میوه از مشاهده چهارم مشخص بود، در حالیکه در دو تیمار سرما، این تغییر، از مشاهده دوم مشهود بود. رنگ گوشت میوه‌ها نیز در تیمارهای مختلف دچار تغییر شد به طوری که تفاوت بعد از مشاهده چهارم معنی‌دار بود. خشک شدن پوست میوه، ناشی از آسیب سرما، در تیمار پنج درجه سانتی‌گراد بیش از دو تیمار دیگر بود. با افزایش مدت نگهداری در دمای اتاق، سفتی بافت میوه انبه از زمان شروع آزمایش تا مشاهده پنجم با سرعت بیشتر و از مشاهده پنجم تا مشاهده هفتم با سرعت کمتری کاهش می‌یابد (Jha *et al.*, 2010).

در این آزمایش در طول دوره نگهداری، اسیدیته قابل تیتراسیون، روند کاهشی داشت که ناشی از مصرف اسید سیتریک در فرآیند تنفس میوه است. مشاهده هفتم در انبار پنج درجه سانتی‌گراد، کمترین مقدار اسید قابل تیتراسیون (۱/۳۸ میلی‌گرم) را به خود اختصاص داد (جدول ۱). کاهش میزان درصد اسیدیته در طول ۱۵ روز عمر قفسه‌ای در انبه رقم

جدول ۱-مقایسه میانگین اثر متقابل دما × مشاهده بر شاخص‌های تصویر و خصوصیات میوه

Table 1. Mean comparison of temperature × observation interaction effect on image indexes and fruit characteristics

		شاخص های تصویر Image index			خصوصیات میوه (آزمایشگاه) Fruit characteristics (Laboratory)		
درجه حرارت (سانتی گراد) Temperature (ºC)	مشاهده Observation	L*	a*	b*	مواد جامد محلول کل Total soluble solids	اسید کل Total acid	سفتی میوه Fruit firmness
5	1	a12.95a95	-12.98d	23.86c8	12.77b	3.39b	a14.0a
	2	5.76c	-5.91b	9.73ef	9.39c	3.26b	13.50a
	3	8.21b	-8.92c	33.54a	13.13b	3.61ab	11.33ab
	4	8.39b	-7.61bc	43.85a	14.87b	4.75a	8.67bc
	5	6.64c	-5.26b	28.04b	20.33a	5.19a	1.70d
	6	7.01b	-5.50b	31.07a	18.51a	4.83a	1.50d
	7	7.22b	-1.94a	13.53e	18.00a	5.34a	1.38d
15	1	6.23c	-10.09cd	18.50d	9.60c	3.26b	14.0a
	2	7.53b	-9.88c	15.38de	10.07c	3.04b	11.60ab
	3	8.85b	-10.90cd	28.30b	14.73b	3.21b	7.38c
	4	8.74b	-11.96d	25.49c	17.27ab	3.71b	1.40d
	5	6.65c	-3.04a	18.04d	18.67a	4.90a	2.55d
	6	7.30b	-5.35b	35.15a	19.67a	5.93a	1.55d
	7	7.16b	-2.43a	15.22de	19.07a	1.38c	1.90d
24	1	12.64a.6	-12.40d	14.70de	12.77c	3.25b	9.30d
	2	6.02c	-16.00e	18.26d	12.87c	3.14b	9.90b
	3	7.58b	-9.03c	18.20d	12.40c	3.42b	6.55c
	4	7.47b	-9.56c	24.57c	16.13b	5.08a	2.20d
	5	7.70b	-8.94c	33.42a	16.0b	3.75b	2.10d
	6	7.05b	-8.07c	27.71b	20.07a	5.48a	1.47d
	7	6.91bc	-2.50a	23.00c	20.0a	5.25a	1.50d

میانگین هایی، در هر ستون و برای هر سطح درجه حرارت، که دارای حرف مشابه می باشند براساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and for each level of temperature, followed by similar letter are not significantly different at the 1% probability level-using LSD Test.

«داشهاری» و رقم «مالیکا» در طول ۱۸ روز نگهداری گزارش شده است (Rathore *et al*., 2007).

هرچند تغییر در خصوصیات ظاهری می‌تواند گویای وضعیت کیفیت میوه‌ها باشد، اما در این بررسی، عمده این تغییرات با ارزیابی آزمایشگاهی بعد از مشاهده چهارم یا پنجم مشهود بود. در حالی که خسارت سرما پیش از آن، کیفیت درونی و محتوای میوه را تحت تاثیر قرار داده بود. اما پردازش تصویر در هر سه دما، تفاوت بین تیمارها را از مشاهده دوم نشان داد که حاکی از برتری این روش در مقایسه با ارزیابی آزمایشگاهی بود. در نتیجه بدون نیاز به انجام آزمایشات وقت‌گیر و هزینه‌بر آزمایشگاهی، می‌توان بهترین شرایط انباری که محتوای درونی و کیفیت ظاهری محصول را تضمین کند، معرفی نمود.

سپاسگزاری

نگارندگان بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه هرمزگان و دانشگاه فردوسی مشهد برای تامین منابع مورد نیاز اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: انبه، وزن میوه، ارزیابی غیرمخرب، مواد جامد محلول کل، اسید کل.

References

Schulz, H., and Baranska, M. 2007. Identification and quantification of valuable plant substances by IR and Raman spectroscopy. Vibrational Spectroscopy 43: 13-25.

Mata, C., Duarte, M. E. M., Borges, F. F., and Barbacena, I. L. 2012. An adaptive threshold level for segmentation of grayscale images using image processing to sort mangoes by weight estimation. Postharvest Technology in the Global Market. Pp. 943-948. In: Proceedings of the XXVIII International Horticultural Congress.

Payne, A. B., Walsh, K. B. Y., Subedi, P. P., and Jarvis, D. 2013. Estimation of mango crop yield using image analysis –Segmentation method. Computers and Electronics in Agriculture 91: 57-64.

León, K., Mery, D., Pedreschi, F., and León, J. 2006. Color measurement in L∗a∗b∗ units from RGB digital images. Food Research International 39: 1084-1091.

Jha, S. K., Sethi, S., Srivastav, M., Dubey, A. K., Sharma, R. R., Samuel, D. V. K., Puttaraju, T. B., and Reddy, T. V. 1997. Effect of precooling on the quality of mango (cv. 'Malika'). Journal of Food Science and Technology 34 (1): 24-27.

Rathore, H. A, Masud, T., Sammi, S., and Soomro, A. H. 2007. Effect of storage on physico-chemical composition and sensory properties of mango variety dashehari. Pakistan Journal of Nutrition. 6 (2): 143-148.